

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-086926

(43)Date of publication of application : 20.03.2003

(51)Int.Cl.

H05K 3/32
C08F292/00
G03G 9/08
G03G 15/22

(21)Application number : 2001-271887

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
IDEMITSU KOSAN CO LTD

(22)Date of filing : 07.09.2001

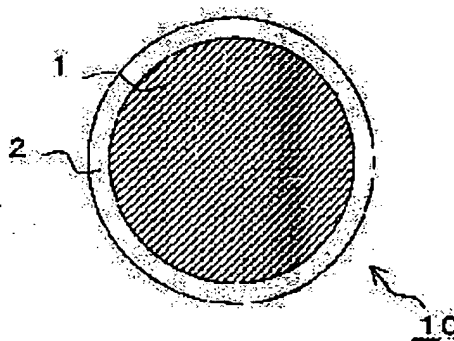
(72)Inventor : TAZAKI MANABU
MATSUZAKI SHIGEO

(54) CHARGEABLE PARTICLE, JOINING MATERIAL, ELECTRONIC CIRCUIT BOARD, THEIR MANUFACTURING METHODS, AND METHOD AND DEVICE FOR FORMING JUNCTION PATTERN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a new joining material that is used suitably for joining electronic parts to a wiring pattern formed on a substrate at the time of mounting electronic parts on the substrate.

SOLUTION: As the joining material, chargeable particles containing metallic particles having mean particle diameters of 0.1–20 μm and melting points of $\leq 250^\circ\text{C}$ and polyolefin resin layers coating the particles are used. These particles can be supplied to a prescribed spot of the wiring pattern formed on the substrate by utilizing the principle of electrophotography. Thereafter, the electronic parts can be joined electrically and physically to the wiring pattern by heat-treating the substrate while the parts are arranged on the substrate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

| 発明の名称 | 発明者 | 優先日 | 20ヶ月 | 25ヶ月 | 30ヶ月 | 指定国 | ISR発送日 | 利用パターン | 備考 |
|-----------------------------|-------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|----------------|--------------------|
| 導波管ホーンアンテナ、アンテナ装置、および、レーザ装置 | 永井 智浩 | 2005/01/31 | 2006/09/30 | 2007/02/28 | 2007/07/31 | 全てのPCT締約国 | 2005/12/20 | 先送り/パターン移行本判断 | |
| 絶縁型DC-DCコンバータ | 長井 淳 | 2005/01/31 | 2006/09/30 | 2007/02/28 | 2007/07/31 | 全てのPCT締約国 | 2005/11/22 | 通常/パターン移行本判断 | |
| 電源装置 | 鶴野 良之 | 2005/02/15 | 2006/10/15 | 2007/03/15 | 2007/08/15 | 日本を除く全て | 2005/09/06 | JP特発/パターン移行本判断 | |
| 厚み減圧電圧振子 | 開田 弘明 | 2005/03/28 | 2006/11/28 | 2007/04/28 | 2007/09/28 | 全てのPCT締約国 | 2005/10/25 | 通常/パターン移行本判断 | |
| 表面波センサ装置 | 門田 蓮雄 | 2005/04/06 | 2006/12/06 | 2007/05/06 | 2007/10/06 | 全てのPCT締約国 | 2006/07/19 | 先送り/パターン移行本判断 | 特許性については、サーチレポートで |
| セラミック板の製造方法 | 浅野 敬史 | 2005/06/14 | 2007/02/14 | 2007/07/14 | 2007/12/14 | 全てのPCT締約国 | 2005/11/22 | 通常/パターン移行本判断 | 先送り/レポートに変更 |
| DC-DCコンバータ | 西山 隆芳 | 2005/06/29 | 2007/02/28 | 2007/07/29 | 2007/12/29 | 全てのPCT締約国 | 2005/11/15 | 通常/パターン移行本判断 | |
| 部品装着装置及び部品装着方法 | 平田 薫彦 | 2003/08/20 | 2005/04/20 | 2005/09/20 | 2006/02/20 | 全てのPCT締約国 | 2004/09/14 | 先送り/パターン移行本判断 | |
| 発光素子の装着方法および装着装置 | 福永 茂樹 | 2003/09/22 | 2005/05/22 | 2005/10/22 | 2006/03/22 | 全てのPCT締約国 | 2004/12/21 | 先送り/パターン移行本判断 | |
| 樹脂被覆銅粉体の製造方法、および樹脂被覆銅粉体 | 上田 聖子 | 2003/10/14 | 2005/06/14 | 2005/11/14 | 2006/04/14 | 全てのPCT締約国 | 2004/11/02 | 先送り/パターン移行本判断 | 先送り/レポート |
| 導電性ペーストおよび多層セラミック基板 | 野宮 正人 | 2003/11/14 | 2005/07/14 | 2005/12/14 | 2006/05/14 | 全てのPCT締約国 | 2005/02/22 | 先送り/パターン移行本判断 | 結果、回答入手済。受審ファイルはキヤ |
| 複合材料振動装置 | 山田 裕也 | 2003/11/20 | 2005/07/20 | 2005/12/20 | 2006/05/20 | 全てのPCT締約国 | 2005/03/15 | 先送り/パターン移行本判断 | |
| 変位素子 | 野村 雅信 | 2003/11/27 | 2005/07/27 | 2005/12/27 | 2006/05/27 | 全てのPCT締約国 | 2004/12/28 | 先送り/パターン移行本判断 | 先送り/27ヶ月 |
| 高周波用誘電体部品組成物、誘電体共振器、誘電体 | 石川 達也 | 2003/11/27 | 2005/07/27 | 2005/12/27 | 2006/05/27 | 全てのPCT締約国 | 2004/11/30 | 先送り/パターン移行本判断 | |
| 変位素子 | 野村 雅信 | 2003/12/16 | 2005/08/16 | 2006/01/16 | 2006/06/16 | 全てのPCT締約国 | 2004/11/22 | 先送り/パターン移行本判断 | 先送り/27ヶ月 |

→ I.E
 最終、11/27/06に、最終、11/27/06に、
 2004/12/21

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-86926

(P 2003-86926 A)

(43) 公開日 平成15年3月20日 (2003. 3. 20)

| (51) Int. Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード (参考) |
|----------------------------|-------|----------------|---------------|
| H 0 5 K 3/32 | | H 0 5 K 3/32 | B 2H005 |
| C 0 8 F 292/00 | | C 0 8 F 292/00 | 2H078 |
| G 0 3 G 9/08 | 3 9 1 | G 0 3 G 9/08 | 3 9 1 4J026 |
| 15/22 | 1 0 3 | 15/22 | 1 0 3 Z 5E319 |

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L

(全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-271887 (P2001-271887)

(22) 出願日 平成13年9月7日 (2001. 9. 7)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(71) 出願人 000183646

出光興産株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目1番1号

(72) 発明者 田崎 学

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 葆 (外2名)

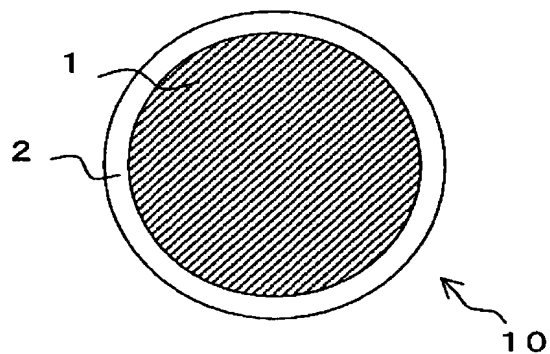
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷電性粒子、接合材料、電子回路基板およびそれらの製造方法ならびに接合パターン形成方法およびそのための装置

(57) 【要約】

【課題】 電子部品の実装において、基板に形成された配線パターンと電子部品とを接合するために好適に用いられる新規な接合材料を提供する。

【解決手段】 接合材料として、0.1～20 μmの平均粒径および250℃以下の融点を有する金属粒子と、金属粒子を被覆するポリオレフィン樹脂層とを含む荷電性粒子を用いる。この荷電性粒子は、電子写真法の原理を利用して基板の配線パターンの所定の箇所に供給することができ、その後、電子部品を配置した基板を熱処理に付すことにより、配線パターンと電子部品とを電気的および物理的に接合することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体に形成された配線パターンと電子部品とを接合するための接合材料に用いられる、250℃以下の融点を有する金属材料から成る平均粒径0.1～20μmの金属粒子と、金属粒子を被覆するポリオレフィン樹脂層とを含む荷電性粒子。

【請求項2】 ポリオレフィン樹脂層が、金属粒子の表面にてオレフィンモノマーを重合させて得られたものである、請求項1に記載の荷電性粒子。

【請求項3】 ポリオレフィン樹脂層がポリエチレン樹脂から成る、請求項1または2に記載の荷電性粒子。

【請求項4】 金属粒子が、Sn-Pb材料ならびにSn-Pb材料にAg元素およびBi元素の少なくとも1種の元素を添加して成る材料を含むSn-Pb系材料、Sn-Ag材料ならびにSn-Ag材料にBi元素、Cu元素およびIn元素の少なくとも1種の元素を添加して成る材料を含むSn-Ag系材料、Sn-Cu材料およびSn-Cu材料にNi元素を添加して成る材料を含むSn-Cu系材料、Sn-Zn材料およびSn-Zn材料にBi元素を添加して成る材料を含むSn-Zn系材料、Sn-Bi材料ならびにSn-Bi材料にCu元素およびIn元素の少なくとも1つの元素を添加して成る材料を含むSn-Bi系材料、ならびにSn-In材料を含むSn-In系材料からなる群から選択される材料から成る、請求項1～3のいずれかに記載の荷電性粒子。

【請求項5】 基体に形成された配線パターンと電子部品とを接合するための接合材料であって、請求項1～4のいずれかに記載の荷電性粒子と外添剤とを含む、接合材料。

【請求項6】 基体に形成された配線パターンと電子部品とを接合するための接合材料に用いられる荷電性粒子の製造方法であって、250℃以下の融点を有する金属材料から成る平均粒径0.1～20μmの金属粒子の表面にてオレフィンモノマーを重合させて、金属粒子と、該金属粒子を被覆するポリオレフィン樹脂層とを含む荷電性粒子を得ることを含む製造方法。

【請求項7】 オレフィンモノマーがエチレンであり、ポリオレフィン樹脂層がポリエチレン樹脂から成る、請求項6に記載の製造方法。

【請求項8】 金属粒子が、Sn-Pb材料ならびにSn-Pb材料にAg元素およびBi元素の少なくとも1種の元素を添加して成る材料を含むSn-Pb系材料、Sn-Ag材料ならびにSn-Ag材料にBi元素、Cu元素およびIn元素の少なくとも1種の元素を添加して成る材料を含むSn-Ag系材料、Sn-Cu材料およびSn-Cu材料にNi元素を添加して成る材料を含むSn-Cu系材料、

Sn-Zn材料およびSn-Zn材料にBi元素を添加して成る材料を含むSn-Zn系材料、

Sn-Bi材料ならびにSn-Bi材料にCu元素およびIn元素の少なくとも1つの元素を添加して成る材料を含むSn-Bi系材料、ならびに

Sn-In材料を含むSn-In系材料からなる群から選択される材料から成る、請求項6または7に記載の製造方法。

【請求項9】 基体に形成された配線パターンと電子部品とを接合するための接合材料の製造方法であって、請求項6～8のいずれかに記載の製造方法によって得られる荷電性粒子と外添剤とを混合することを含む製造方法。

【請求項10】 配線パターンと電子部品とを接合する接合材料から成る接合パターンを、配線パターンが形成された基体上に形成するための方法であって、請求項1～4のいずれかに記載の荷電性粒子を用いた接合材料または請求項5に記載の接合材料を基体上に電子写真法により印刷して、接合材料から成る接合パターンを基体上に形成することを含む、接合パターン形成方法。

【請求項11】 基体から位置データを読み取ることを更に含み、電子写真法による印刷により形成される接合パターンが、読み取られた位置データに基づいて決定される、請求項10に記載の接合パターン形成方法。

【請求項12】 位置データが、センサーおよびカメラの少なくとも一方を用いて読み取られる、請求項11に記載の接合パターン形成方法。

【請求項13】 予め設計データが格納されたデータベースから設計データを読み出すことを更に含み、電子写真法による印刷により形成される接合パターンが、読み取られた設計データに基づいて決定される、請求項10～12のいずれかに記載の接合パターン形成方法。

【請求項14】 配線パターンと電子部品とを接合する接合材料から成る接合パターンを、配線パターンが形成された基体上に形成するための装置であって、請求項1～4のいずれかに記載の荷電性粒子を用いた接合材料または請求項5に記載の接合材料を基体上に電子写真法により印刷して、接合材料から成る接合パターンを基体上に形成するための印刷機構を含む、接合パターン形成装置。

【請求項15】 基体から位置データを読み取る読取手段を更に含み、印刷機構が、読取手段によって基体から読み取られた位置データに基づいて決定されるパターンに従って、接合材料を基体上に電子写真法により印刷する、請求項14に記載の接合パターン形成装置。

【請求項16】 読取手段がセンサーおよびカメラの少なくとも一方を含む、請求項15に記載の接合パターン形成装置。

【請求項17】 予め設計データが格納されたデータベースを更に含み、印刷機構が、データベースから読み出

された設計データに基づいて決定されるパターンに従って、接合材料を基体上に電子写真法により印刷する、請求項 14～16 に記載の接合パターン形成装置。

【請求項 18】 請求項 1～4 のいずれかに記載の荷電性粒子を用いた接合材料または請求項 5 に記載の接合材料によって、電子部品が、配線基板に形成された配線パターンに接合されて成る、電子回路基板。

【請求項 19】 請求項 1～4 のいずれかに記載の荷電性粒子を用いた接合材料または請求項 5 に記載の接合材料から成る接合パターンが、請求項 10～13 のいずれかに記載の接合パターン形成方法により形成された配線基板に、電子部品を接合パターンと接触するようにして配置すること、および電子部品が配置された配線基板を加熱することにより、接合材料の荷電性粒子中に含まれる金属材料を該金属材料の融点以上の温度に加熱して溶解させ、その後、配線基板を放冷または冷却することにより金属材料を凝固させ、その結果、金属材料により電子部品を基体に接合することを含む、電子回路基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子回路基板を製作するための電子部品実装プロセスにおいて、配線パターンと電子部品とを接合するため、より詳細には電気的および物理的（または機械的、以下同様）に接合するために使用される新規な接合材料およびその製造方法に関する。また、本発明は、そのような接合材料を用いる接合パターン形成方法およびそのための装置ならびに電子回路基板およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、電子機器などに用いられる電子回路基板の製造プロセスにおいて、電子部品を基板に実装するため、より詳細には、電子部品の所定の箇所（例えば電極またはリード、端子もしくはターミナル、以下、単に電極とも言う）と、基板に形成された配線パターンの所定の箇所（例えばランド、以下、単にランドまたはランドパターンとも言う）とを電気的および物理的に接合するために用いられる方法の 1 つにリフローはんだ付けがある。リフローはんだ付けは、概略的には、基板に形成された配線パターンのランドの上にはんだを含む接合材料を供給し、その後、電子部品をランド上に適切に配置し、基板を熱処理することにより電子部品の電極と配線パターンとをはんだ付けするものである。

【0003】 このリフローはんだ付けにおいては、従来、接合材料としてクリームはんだが用いられており、接合材料であるクリームはんだを基板上に形成された配線パターンのランド上に供給するために、通常、スクリーン印刷法が用いられている。このような従来の方法について以下に説明する。まず、基板上のランドに対応するように所定の形状の開口部が所定の箇所に設けられ

た、厚さ 80～150 μm のメタルマスク（またはスクリーン版）を、その開口部が基板上のランドと合わさるようにして基板に接触させて配置する。そして、基板上に配置したメタルマスク上の一方の端部付近にクリームはんだ（接合材料）を供給する。次に、スキージを基板面に対して平行移動させてメタルマスク上にあるクリームはんだをならすことによって、メタルマスクに設けられた開口部に該接合材料を充填する。その後、メタルマスクを基板から離して、メタルマスクとその上にあるクリームはんだを基板から除去する。このとき、開口部に充填されたクリームはんだはメタルマスクを通り抜けて、即ち「版抜け」して、基板上の配線パターンのランド上に残留し、これにより、クリームはんだが配線パターンのランド上に供給される。一般に、接合材料が供給されるべきランドは基板上に複数存在しており、所定のランドパターンを構成しているため、接合材料は、ランドパターンに対応した接合パターンとしてランドパターン上に供給される。

【0004】 スクリーン印刷法において用いられるクリームはんだは、通常、スズおよび鉛を主成分とする直径 10～40 μm のはんだ粉末と、ロジン、活性剤および溶剤から成るフラックスとが混合されて構成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 近年、携帯電話などの携帯用電子機器の小型化および高機能化に対する要求を受けて、電子回路基板の更なる高集積化を図るべく、基板に実装される電子部品の小型化ならびに電子部品の電極間の狭ピッチ化が進行している。これに伴って、電子部品実装のためのランドの更なる微小化が求められ、電子部品を接合するための接合材料をより微小なランド上に供給すること、換言すれば、接合材料から成る接合パターンの更なる微細化が求められている。

【0006】 具体的には、端子が回路基板と面する側に配列して設けられた CSP（チップ・スケール（またはサイズ）・パッケージ）部品、例えば、ランド状の端子を有する LGA（ランド・グリッド・アレイ）およびボール状の端子を有する BGA（ボール・グリッド・アレイ）などの部品では、従来は、0.8 mm ピッチの電極を有するものが主流であり、このような部品を基板に実装するためには、直径 0.4～0.5 mm のサイズの円形のランドが用いられていた。しかし、最近では、0.5～0.4 mm ピッチの電極を有するものが作製され始め、これを実装するためには、ランドのサイズを直径 0.2～0.3 mm に微小化することが要求されている。

【0007】 また、抵抗器やコンデンサなどのチップ部品では、従来は 1005 部品（1.0 mm×0.5 mm サイズの部品）が主流であり、これを実装するためには 0.5 mm×0.5 mm サイズの矩形のランドが用いられていた。これに対して、最近では、0603 部品（0.

6mm×0.3mmサイズの部品)、更には0.4mm×0.2mmサイズの部品(0.4mm×0.2mmサイズの部品)が作製され始め、これらを実装するためには、ランドのサイズをそれぞれ0.3mm×0.3mm、0.2mm×0.2mmに微小化することが要求されている。

【0008】しかし、メタルマスクを用いる従来のスクリーン印刷法は、このような微小なランドの上に接合材料であるクリームはんだを供給して、微細な接合パターンを形成するのに十分満足できるものではない。

【0009】従来のスクリーン印刷法によれば、上述したように、クリームはんだ(接合材料)の充填工程およびいわゆる「版抜け」工程を経て接合パターンが形成される。この版抜け工程では、メタルマスクの開口部に充填されたクリームはんだと基板との間の密着力と、該クリームはんだとメタルマスクの開口部壁面との間の摩擦力(または付着力)とのバランス(または相対関係)が重要となり、充填されたクリームはんだがメタルマスクから良好に離れ得るためには(即ち、良好な「版離れ」を可能とするためには)、上記密着力の方が上記摩擦力よりも大きいことが必要である。

【0010】しかし、より小さいランド上に接合材料を供給するために、ランドのサイズに合わせてメタルマスクの開口部の面積をより小さくすると、クリームはんだが版抜けせずに開口部に残留し、クリームはんだが配置されていないランドが存在し得るという問題がある。これは、開口部に充填されたクリームはんだの開口部壁面との接触面積の減少割合よりも、クリームはんだと基板との接触面積の減少割合の方が大きいため、上記密着力と上記摩擦力とのバランスが変化して、摩擦力よりも密着力の方が小さくなるために起こるものである。

【0011】この問題を克服するために、メタルマスクの厚みをより薄くして、クリームはんだと基板との間の密着力が、クリームはんだとメタルマスクの開口部壁面との間の摩擦力に打ち勝ち得るのに十分なように摩擦力を低下させることも考えられる。実際、例えば、メタルマスクの厚みを40~60μmへ減少させると、クリームはんだは、開口部に残留することなく版抜けし得る。

【0012】しかし、メタルマスクの厚みをより薄くすると、導電性材料であるクリームはんだから成る接合パターンが、ランドパターンからずれた状態で形成され、接合材料をランド上に正確に供給できないという新たな問題が生じ得る。これは、接合材料であるクリームはんだの充填工程においては、スキージをメタルマスクに接触させ、メタルマスクに圧力をかけた状態で、メタルマスク面に対して平行移動させているので、メタルマスクの厚みをより薄くすると、基板に対するメタルマスクの微妙なずれが生じ易く、よって基板上のランドパターンと、これに対応するパターンでメタルマスクに設けられた開口部とがわずかにずれ易くなるために起こるものである。

【0013】また、スクリーン印刷法は、同一品種を大量生産する場合に適しているが、形成すべき接合パターンに合わせて、即ち品種毎にメタルマスクを予め作製する必要があり、また、印刷工程において品種毎にメタルマスクを切り替えなければならないため、多品種少量生産には適していない。

【0014】これらの問題に加えて、接合材料として一般的に用いられるクリームはんだ自身に起因する問題もある。クリームはんだには、印刷性を良くするためにチキソ剤が通常添加されているが、このチキソ剤の物性が応力に対して変化し易いため、クリームはんだの流動特性が変化し易くなる。このため、印刷時におけるクリームはんだの取扱いが難しく、基板への印刷状態の制御が困難であり、高い再現性が得られないという問題がある。

【0015】本発明は上記従来の問題を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、電子部品の実装において、基板に形成された配線パターンと電子部品とを接合する、より詳細には電気的および物理的に接合する(または導電接続する)ために好適に用いられる新規な接合材料およびその製造方法を提供することにある。また、本発明の更なる目的は、そのような新規な接合材料を用いる接合パターン形成方法およびそのための装置ならびに電子回路基板およびその製造方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】従来の一般的な電子部品の実装プロセスにおいては、上述のように、基板に形成された配線パターンと電子部品とを接合するための接合材料をスクリーン印刷法によって基板上に印刷(より詳細には配線パターンの所定の箇所上、例えばランド上に供給)しており、このような方法により印刷される接合材料としてクリームはんだが用いられている。これに対して、多層積層板の製造プロセスにおいては、回路形成用材料をグリーンシート上に電子写真法によって印刷する方法があり、電子写真法により印刷される回路形成用材料としては、荷電性粒子から成る粒状材料(または荷電性粉末)が用いられている。

【0017】例えば、特開平11-251718号公報には、荷電性粉末(荷電性粒子)を、電子写真法によってグリーンシート上に所定のパターンで印刷し、得られたグリーンシートを積層して焼成することにより、多層配線板を作製することが記載されている。この回路形成用材料として用いられる荷電性粒子は、導電性金属粒子、熱溶融性樹脂、荷電制御剤および接着強化剤から成る混合物を熱溶融混練し、これを粉碎および分級することにより得られ、得られた荷電性粒子は、導電性金属粒子、荷電制御剤および接着強化剤が熱溶融性樹脂中に分散された構造を有する。以上のような荷電性粉末は、電子写真法による印刷技術において用いられる、いわゆる

トナーに相当するものであり、一般的にはトナーと同程度の粒径を有する。例えば、特開平 11-251718 号公報には、荷電性粒子は約 3~20 μm の平均粒径を有し得ることが記載されており、荷電性粒子において熱溶解性樹脂成分中に分散される導電性金属粒子は、当然、荷電性粒子の粒径よりも小さい粒径を有する。回路形成用材料に用いられる導電性金属粒子は、回路材料として一般的に用いられる銅などの比較的高融点の金属材料から成る（以下、回路形成用材料に用いられる導電性金属粒子を単に Cu 粒子とも言う）。

【0018】本発明者らは、基板に形成された配線パターンと電子部品とを電気的および物理的に接合する接合材料を基板上に印刷するために、スクリーン印刷法に代えて電子写真法の原理を利用することについて検討した。従来、接合材料として用いられて来たクリームはんだは、電子写真法により印刷するのに適さない。また、上述のような荷電性粉末から成る回路形成用材料をそのまま用いたのでは、基板上に形成された配線パターンと電子部品とを電気的および物理的に接合することができない。このため、電子写真法により印刷可能であり、かつ、基板上に形成された配線パターンと電子部品とを電気的および物理的に接合可能な新規な接合材料を開発する必要がある。

【0019】接合材料を電子写真法により印刷するためには、該材料として、トナーのような荷電性粒子から成る粒状材料を用いることが必要であると考えられる。また、配線パターンと電子部品とを電気的および物理的に接合するためには、荷電性粒子中に存在する金属粒子として、上記のような Cu 粒子に代えて、比較的低融点のはんだ材料から成る粒子（以下、単にはんだ粒子とも言う）を用いることが好ましいと考えられる。そこで、本発明者らは、新規な接合材料の実現を試みて、はんだ粒子を熱溶解性樹脂と共に熱溶解混練し、得られた常温で固体の混合物を粉砕することにより、新規な荷電性粒子（または粒状材料）を作製した。しかし、このようにして得られた荷電性粒子は、電子写真法により基板上に印刷することは可能ではあるが、微細なパターンで正確に基板上に印刷することは必ずしも十分ではないことが判明した。これは、はんだ粒子を用いて得られた荷電性粒子では、はんだ粒子および樹脂を含む混合物を粉砕する際に、はんだ粒子が樹脂で完全に覆われずに露出する場合があることに一因があると考えられる。

【0020】上述のような回路形成用材料である荷電性粒子に用いられる Cu 粒子は、例えば析出法などにより、十分に小さい粒径、例えば約 1 μm 以下の粒径を有するように製造することが可能である。よって、金属粒子として Cu 粒子を用いる上述の荷電性粒子（回路形成用材料）では、Cu 粒子が露出せずに樹脂成分により十分に覆われるように、用いる Cu 粒子の平均粒径を、上述のような約 3~20 μm の範囲にある目的の荷電性粒

子の平均粒径に応じて適切に選択することが可能である。

【0021】これに対してはんだ粒子は、合金であるはんだ材料から成るために析出法により製造できず、一般的にはアトマイズ法により、熔融状態のはんだ材料を噴霧し、そのまま凝固させることによって製造される。よって、その製法上、Cu 粒子と同程度に小さい粒径を有するようなはんだ粒子を得ることは難しく、市販のはんだ粒子の粒径は、最小でも約 10 μm であるのが現状である。このため、金属粒子として Cu 粒子の代わりにはんだ粒子を用いて上述のような新規な荷電性粒子を作製する場合、金属粒子として Cu 粒子を用いる場合に比べて、利用可能な金属粒子の粒径が限られており、比較的大きな粒径を有するはんだ粒子を用いざるを得ず、金属粒子が樹脂で完全に覆われずに露出することが多い。金属粒子が少なくとも部分的に露出していると、荷電性粒子を帯電させる際、帯電電荷が露出した金属粒子へと逃げるので、荷電性粒子を一様に帯電させることができず、このため印刷精度が低下すると考えられ得る。

【0022】本発明者らは更なる鋭意検討の結果、上記のような問題を解決し、スクリーン印刷法を用いることなく、電子写真法の原理を利用して、基体（例えば基板などの被印刷体）上に所望のパターンで正確に印刷することが可能な新規な接合材料を実現するに至った。尚、以下に説明する本発明によって得られる接合材料は、電子部品を基体（より詳細には基体に形成された配線パターン）に物理的および電気的に接合すること（換言すれば、導電性接合または導電接続を確保すること）ができる材料であればよく、よって、何らかの処理を施すことにより電子部品を基体に物理的および電気的に接合できる限り、接合前（例えば電子写真法による印刷の際）に必ずしも導電性を示す必要はないことに留意されるべきである。

【0023】本発明の 1 つの要旨によれば、基体に形成された配線パターンと電子部品とを接合するための接合材料に用いられる、約 250℃ 以下の融点を有する金属材料から成り、平均粒径が約 0.1~20 μm の金属粒子と、金属粒子を被覆するポリオレフィン樹脂層とを含む粒子が提供される。このように、金属粒子がポリオレフィン樹脂層で覆われた粒子は絶縁性を示し、帯電させることができ、よって荷電性を有するため、本発明においてこのような粒子を荷電性粒子と呼ぶものとする。この荷電性粒子は、電子写真法に言うところのトナーに用いられる、いわゆるトナー粒子と同程度の帯電特性を有し得る。

【0024】本発明の荷電性粒子において金属粒子を被覆して荷電性粒子に絶縁性を付与するポリオレフィン樹脂層は、金属粒子の表面にてオレフィンモノマーを重合させることにより得られる。このようにして得られるポリオレフィン樹脂層は、金属粒子を完全に（即ち、金属

10

20

30

40

50

粒子を露出させることなく）被覆すると共に、外力により金属粒子から容易に剥離しないので、安定して金属粒子を被覆することができる。また、このようなポリオレフィン樹脂層は高い絶縁性を示し、上述のようにトナー粒子と同程度の帯電特性を示すので、電子写真法において既知の方法により、例えばキャリアを用いたり、他の部材との摩擦などにより帯電させることができる。この結果、荷電性粒子を均一に帯電させることができる。このような本発明の荷電性粒子を用いれば、電子写真法の原理により荷電性粒子を均一に帯電させて基体へ印刷することにより、荷電性粒子を基体上に所望のパターンで正確に供給することができる。これにより、荷電性粒子（接合材料）から成る微細な接合パターンを形成することが可能となる。

【0025】本発明の荷電性粒子は、上記のように、金属粒子の表面にてオレフィンモノマーを重合させることによって得られる。これは、予め重合させたポリオレフィンを金属粒子の周りに付着させることにより粒子を得る方法とは異なり、金属粒子の表面にてオレフィンモノマーを直接に重合させる方法（以下、このような重合方法を直接重合法とも言う）を利用するものである。この直接重合法は、例えば特開昭60-106808号公報および特開昭60-106810号公報に記載されており、これら公報に言うところの充填材が、本発明の荷電性粒子を構成する金属粒子に相当するものとして理解されよう。

【0026】上記のような本発明の荷電性粒子から成る粒状材料は、単独で接合材料として用いられ得、この場合、荷電性粒子から成る接合材料を基体上に所望の接合パターンとして正確に印刷することができるが、本発明の荷電性粒子以外のもの、例えば電子写真法に言うところの外添剤などと共に混合された状態でも接合材料として用いられ得、この場合、荷電性粒子および外添剤を含む接合材料を基体上に所望の接合パターンとして正確に印刷することができる。このような荷電性粒子から成る、または荷電性粒子を用いた接合材料は、電子写真法に言うところのトナーに相当するものとして理解されるであろう。以下、理解を容易にするために、本発明の荷電性粒子との表現を接合材料の意味でも用いるものとするが、本発明の荷電性粒子を用いて得られる接合材料は荷電性粒子以外の他のものを含み得ることに留意されるべきである。

【0027】また、本発明の荷電性粒子（接合材料）は、単独で用いられていわゆる1成分現像方式で印刷されてよく、あるいは、例えば電子写真法に言うところのキャリアなどと混合して用いられていわゆる2成分現像方式または1.5成分現像方式で印刷されてもよい。荷電性粒子をキャリアと混合した混合物（但し、1成分現像方式の場合は荷電性粒子のみから成る）は、電子写真法の分野で言うところの現像剤に相当するものとして理

解されよう。

【0028】本発明の荷電性粒子に含まれる金属粒子は約250℃以下の融点、例えば180～230℃の融点を有する金属材料から成り、このような融点は、回路形成用材料に用いられる銅などに比べて極めて低い。この金属材料としては、例えばいわゆるはんだ材料を用いることができる。本発明によれば、このように低い融点を有する金属材料を用いているので、金属材料をその融点以上に加熱して一旦溶融させた後に冷却または放冷して凝固させることができ、これにより、凝固した金属材料を介して電子部品を基板（より詳細には配線パターン）に電気的および物理的に接合することが可能となる。尚、本明細書において「融点」とは、材料が少なくとも部分的に溶融し始める温度を言うものとする。

【0029】また、金属粒子は約0.1～20μmの平均粒径を有し得、例えば約1～15μmの粒径を有する。従来の接合材料であるクリームはんだでは、上述したように10～40μmの直径を有するはんだ粒子（粉末）が用いられている。しかし、本発明の荷電性粒子（接合材料）を得るために、このようなサイズのはんだ粒子を金属粒子としてそのまま用いることは好ましくない。本発明者らは、種々のサイズの金属粒子を用いてテストした結果、荷電性粒子の製造、印刷精度（または画質）、および接合部の製造精度の観点から、上記のような平均粒径を有する金属粒子を用いることが好ましいことを見出した。このような金属粒子の形状は特に制限されないが、例えば球形、回転楕円形、不定形などの形状であり得る。

【0030】上記のような金属粒子およびポリオレフィン樹脂層を含む本発明の荷電性粒子は、金属粒子の粒径にポリオレフィン樹脂層の厚さを加えた粒径を有し、例えば約1～15μm、特に約5～12μmの粒径を有し得る。しかし、ポリオレフィン樹脂層の厚さは、後述の実施形態にて説明する平滑化处理等により変化するため、本発明はこれに限定されないことが理解されるべきである。

【0031】尚、本明細書を通じて金属粒子および荷電性粒子の「粒径」とは、粒子が球形を有するとの仮定に基づいて得られる、粒子から成る粒状物の数平均粒径を言うものとする。

【0032】本発明のもう1つの要旨によれば、配線パターンと電子部品とを接合する接合材料から成る接合パターンを、配線パターンが形成された基体上に形成するための方法であって、上記のような本発明の荷電性粒子（または接合材料）を基体上に電子写真法により印刷して、荷電性粒子（または接合材料）から成る接合パターンを基体上に形成することを含む、接合パターン形成方法が提供される。これは、電子写真法を利用する印刷機構を備える接合パターン形成装置を用いて実施され得る。このような印刷機構としては、電子写真法の分野に

において一般的に使用されるようなプリンタや、プリンタと同様の原理を利用した装置等を用いることができる。また、接合パターン形成装置は、センサーやカメラなどの読取手段や、データベースなどを必要に応じて更に備え得る。

【0033】基体として配線基板（または配線板もしくは回路用基板）を用い、上記のようにして荷電性粒子（接合材料）から成る接合パターンを配線基板に形成し、これに電子部品を接合パターンと接触するようにして配置し、この配線基板を、荷電性粒子の金属粒子を構成する金属材料の融点以上の温度に加熱して金属材料を溶融させ、その後、配線基板を放冷または冷却して金属材料を凝固させると、凝固した金属材料により電子部品が基体（より詳細には配線パターン）に電気的および物理的に接合される。従って、基体として配線基板を用いれば、本発明の荷電性粒子（接合材料）によって電子部品が配線基板に接合された電子回路基板およびその製造方法もまた本発明により提供される。

【0034】

【発明の実施の形態】（実施形態1）

荷電性粒子およびその製造方法

本実施形態は荷電性粒子およびその製造方法に関する。本実施形態において、「荷電性粒子」を「接合材料」の意味でも用いるものとし、以下の実施形態についても同様とする。図1は、本実施形態における荷電性粒子の概略模式図である。図1に示すように、荷電性粒子10は、金属材料から成る金属粒子1と、金属粒子1を被覆するポリオレフィン樹脂から成るポリオレフィン樹脂層2を含む。

【0035】金属粒子1は、約250℃以下の融点、例えば約180～230℃の融点を有する金属材料から成る。このように比較的低融点の金属材料を用いているので、荷電性粒子を基体に印刷した後、これを熱処理に付して、金属粒子を構成する金属材料を一旦溶融させて再び凝固させることにより、金属材料を介して電子部品を基体に電気的および物理的（または機械的）に接合することができる。このような低融点の金属材料としては、いわゆるはんだ材料を用い得る。はんだ材料は鉛を含んでいても、鉛を含んでいなくてもよいが、環境への影響を考慮すれば、鉛を含まない鉛フリーはんだ材料が好ましい。鉛を含有するはんだ材料には、例えばSn-Pb系材料があり、これには例えばSn-Pb材料やSn-Pb材料にAg元素および/またはBi元素を添加して成る材料がある。他方、鉛フリーはんだ材料には、例えばSn-Ag系材料、Sn-Cu系材料、Sn-Zn系材料、Sn-Bi系材料、Sn-In系材料がある。Sn-Ag系材料には、例えばSn-Ag材料やSn-Ag材料にBi元素、Cu元素およびIn元素のうち少なくとも1種の元素を添加して成る材料がある。また、Sn-Cu系材料には、例えばSn-Cu材料やSn-C

u材料にNi元素を添加して成る材料がある。また、Sn-Zn系材料には、例えばSn-Zn材料やSn-Zn材料にBi元素を添加して成る材料がある。また、Sn-Bi系材料には、例えばSn-Bi材料やSn-Bi材料にCu元素および/またはIn元素を添加して成る材料がある。また、Sn-In系材料には、例えばSn-In材料がある。尚、本明細書において、「～系材料」とは、その材料系についての共晶組成およびその近傍の組成を有し、該共晶組成から大幅にずれない程度に微量の他の成分を含み得る材料を言うものとし、「～材料」とは、実質的にその構成元素のみから成る材料を言うものとする。例えば、「Sn-Cu系材料」とは、SnおよびCuの2元素の共晶組成およびその近傍の組成を有する材料であって、該共晶組成から大幅にずれない程度（即ち、材料全体に占めるSnおよびCuの各重量割合が大幅にずれない程度）に微量な他の成分を含み得る材料を言い、「Sn-Cu材料」とは、実質的にSnおよびCuから成る材料を言うものである。

【0036】金属粒子1のサイズについては、その平均粒径が約0.1～20μmとなるように選択される。金属粒子の平均粒径が約0.1μmより小さい場合、金属粒子同士が凝集し易くなり、後述のようにしてポリオレフィン樹脂層2を金属粒子1の表面に形成する際に、2つ以上の金属粒子にまたがってオレフィン重合が進む場合がある。このようにして重合によりポリオレフィン樹脂層が繋がった状態で得られた荷電性粒子の重合接続体は、例えば、後述の実施形態にて説明する平滑化処理や混合などによりシェアが重合接続体に加わった際に、そのポリオレフィン樹脂層が剥離して金属粒子が露出する場合があるため好ましくない。更に、平均粒径が約0.1μmより小さい金属粒子を用いて荷電性粒子を製造すると、得られる荷電性粒子の粒径もそれに依りて小さく（金属粒子の粒径と荷電性粒子の粒径との関係については後に詳述する）、印刷の際に荷電性粒子が容易に飛散するので、印刷の質（画質）の低下を招くという問題もある。他方、金属粒子の平均粒径が20μmより大きい場合、得られる荷電性粒子の粒径も金属粒子の粒径に依りて大きくなるが、このように大きな荷電性粒子は電子写真法による印刷に適さず、印刷の質の低下を招き得る。更にこの場合、接合部を精度よく製造することができないという問題もある。しかし、本発明のように金属粒子1の粒径を適切に選択することにより、以上のような問題を回避することができる。尚、金属粒子1の形状は特に制限されないが、例えば球形、回転楕円形、不定形などの形状であり得る。

【0037】このような金属粒子1は、例えばアトマイズ法を用いて、所定の金属材料から成る金属インゴットを、その融点以上に加熱して完全に溶融させ、溶融した金属材料を噴霧により液滴状に分散し、空気などで冷却固化させて粉末状（または粒状物）とし、必要に応じて

分級することにより得られる。しかし、本発明はこれに限定されず、金属粒子は他の任意の適切な方法により製造され得る。特に、 $10\mu\text{m}$ 以下の粒径を有するはんだ材料から成る金属粒子は、上述したようにアトマイズ法によって製造することは容易ではないが、必ずしも不可能ではない。一般的に、アトマイズ法により熔融状態のはんだ材料を噴霧して得られた粒子は、例えば約 $30\mu\text{m}$ の粒径を中心に分布しており、このような場合には $10\mu\text{m}$ 以下の粒径を有する粒子も、粒子全体に比してわずかの量ではあるが存在する。よって、このようにして得られた粒子を分級することにより、 $10\mu\text{m}$ 以下、例えば約 $5\mu\text{m}$ の粒径を有する粒子を得ることもできる。しかし、これに限らず、他の適切な方法により $10\mu\text{m}$ 以下の粒径を有するはんだ材料から成る金属粒子を製造することも可能であろう。

【0038】他方、ポリオレフィン樹脂層2は、オレフィンモノマーの重合により得られるポリオレフィン樹脂から成るものであれば特に限定されないが、例えば、ポリエチレン樹脂またはポリプロピレン樹脂などから成り、好ましくはポリエチレン樹脂から成る。例えば、ポリエチレン樹脂から成るポリオレフィン樹脂層（即ち、ポリエチレン樹脂層）を得る場合には、オレフィンモノマーとしてエチレンを用いる。

【0039】金属粒子1の表面にてオレフィンモノマーを直接に重合する方法は、高活性触媒成分および有機アルミニウム化合物を用いて実施され、例えば特開昭60-106808号公報および特開昭60-106810号公報に記載されている方法を利用することができる。

【0040】これら公報に開示されている高活性触媒成分のうち、本発明に好適に利用され得る高活性触媒成分は、チタンおよび/またはジルコニウムを含有すると共に炭化水素溶媒に可溶性成分であって、好ましくは、重合活性（即ち、チタンおよび/またはジルコニウム単位グラムあたり、および単位時間あたりで得られるポリマーの重量）が、 $200\text{kg}/(\text{g-Ti and/or Zr})\cdot\text{hr}$ である成分である。高活性触媒成分としては、例えば、MgまたはMnの高級脂肪酸塩、高級アルコール塩および長鎖の脂肪族炭化水素基を有するリン酸塩に対して、一般式 $\text{Ti}(\text{X})_n(\text{OR})_{4-n}$ 【式中、Rは炭素数1~10のアルキル基またはアシル基を示し、Xはハロゲン原子を示し、nは0以上、4以下の実数】で表されるチタン化合物を、0.5以下の割合（モル比）で加えて反応させることにより得られる反応生成物を用いることができる。例えば、MgまたはMnの塩としては、高級脂肪酸であるステアリン酸のマグネシウム塩またはマンガン塩などを用いることができ、チタン化合物としては、四塩化チタンなどを用いることができる。

【0041】しかしながら、本発明に利用可能な高活性触媒成分は上記のような反応生成物に限定されず、他の任意の適切な成分、例えば、シクロペンタジエニルチタ

ニウム化合物や、シクロペンタジエニルジルコニウム化合物も高活性触媒成分として用いることができる。

【0042】他方、有機アルミニウム化合物は、通常は、一般式 $\text{R}'_m\text{AlX}'_{3-m}$ 【式中、R'は炭素数1~10のアルキル基、シクロアルキル基またはアリール基を示し、X'はハロゲン原子を示し、mは3以下の正の実数】で表されるものが用いられる。有機アルミニウム化合物として、例えば、トリエチルアルミニウムや、ジエチルアルミニウムクロリドなどを用いることができるが、本発明はこれに限定されず、他の任意の適切な有機アルミニウム化合物を用い得る。

【0043】上記のような高活性触媒成分および有機アルミニウム化合物を用いて、具体的には、次のようにしてポリオレフィン樹脂層2を金属粒子1の表面に形成することができる。まず、チタンおよび/またはジルコニウムを含有し、炭化水素溶媒（例えばヘキサン、ヘプタンなど）に可溶性上記のような高活性触媒成分を準備し、この高活性触媒成分を溶媒に溶かすと共に該溶媒に金属粒子1を入れて、例えば常温、常圧下で、好ましくは攪拌（または混合）しながら維持することによって、金属粒子1を高活性触媒成分と十分に接触させて、高活性触媒成分が金属粒子1に担持された生成物を得る。得られた生成物を、上記のような有機アルミニウム化合物と共に炭化水素溶媒（例えばヘキサン、ヘプタンなど）に懸濁させ、例えば約 $40\sim 95^\circ\text{C}$ 、約 $0.1\sim 0.6\text{MPa}$ （ゲージ圧）の圧力下で、この炭化水素溶媒中にオレフィンモノマー（例えばエチレン）を供給すると、金属粒子1の表面にてオレフィンモノマーが直接に重合し、ポリオレフィンから成るポリオレフィン樹脂層2が金属粒子1を完全に被覆する形で形成される。これにより、図1に示すような荷電性粒子10が得られる。

【0044】尚、上記のような直接重合法を経て得られる荷電性粒子10は、炭化水素溶媒中に懸濁した状態にあるため、これを濾過および乾燥させる必要がある。乾燥後の荷電性粒子は、非常に弱い（例えば、指で力を加えることにより簡単に解砕可能な程度の弱さの）凝集体を形成する。このような凝集体は、目開き $125\mu\text{m}$ 以下の篩を用いる振動篩法などにより解砕することができる。また、凝集体を解砕するために、リボンミキサやナウターミキサなどを用いてもよく、荷電性粒子にシェアを加えることができる限り、任意の適切な方法を用いることができる。

【0045】このようにして得られるポリオレフィン樹脂層2では、金属粒子1の表面に直接形成され、個々のポリオレフィン（即ち、個々の重合体）が金属粒子1に高い結合力で結合して、金属粒子1の表面で層を形成している。このため、本実施形態の荷電性粒子10を基体上に印刷する際に、例えば剪断力（シェア）などの外力が荷電性粒子10に加わっても、ポリオレフィン樹脂層2が、金属粒子1の表面から剥離して金属粒子1が露出

することが回避され得る。

【0046】上記のようにしてポリオレフィン樹脂層 2 が金属粒子 1 を被覆して形成された本実施形態の荷電性粒子 10 は、ポリオレフィン樹脂層 2 がポリエチレンから成る場合でも、低分子量ポリエチレンとして知られているポリエチレンワックスにより金属粒子の表面が被覆されて成る粒子とは、金属粒子へのポリエチレンの結合に基づいて区別され得る。ポリエチレンワックスは、一般的に約 500～10000 の分子量を有し、例えば三井ハイワックス（三井石油化学社製）、サンワックス（三洋化成社製）、ポリレッツ（チュウセイワックス・ポリマー社製）、ダイヤレン 30（三菱化学社製）、日石レクスボール（日本石油社製）、ネオワックス（ヤスハラケミカル社製）、AC ポリエチレン（アライド・ケミカル社製）、エポレン（イーストマン・コダック社製）、ヘキストワックス（ヘキスト社製）、A-Wax（BASF 社製）、ポリワックス（ペトロライト社製）、およびエスコマー（エクソンケミカル社製）などがある。このようなポリエチレンワックスは、熱トルエンなどに溶解させて用いることにより、通常の浸漬法またはスプレー法などにより金属粒子を被覆することが可能であるが、このようにポリマー層を間接的に形成して得られた粒子は、金属粒子の表面に低分子量のポリエチレンワックスの塊が付着しているに過ぎないため、ワックスの機械的強度が低く、印刷の際に外力が加わると、金属粒子の表面にあるワックスが容易に剥離して金属粒子が露出する。しかし、本実施形態におけるポリオレフィン樹脂層 2 は、個々のポリオレフィン（上記の場合にはポリエチレン）が金属粒子の表面に高い結合力で結合しているため、金属粒子表面から剥離し難く、安定して金属粒子を被覆することができる。

【0047】特に、本実施形態のポリオレフィン樹脂層 2 を構成する個々のポリオレフィン、高分子量ポリオレフィン、例えば高分子量ポリエチレンであることが好ましい。ポリオレフィン樹脂層 2 のポリオレフィンの分子量は、上述のような直接重合法において、反応系内の水素量（分圧）や重合温度等を適切に調節することによりおおよその制御が可能であり、高分子量ポリオレフィンを得ることができる。高分子量ポリオレフィンは、例えば、数平均分子量では 2000 以上、重量平均分子量では 10000 以上の分子量を有し得る。ポリオレフィン樹脂層 2 を高分子量ポリエチレンとする場合、本実施形態の荷電性粒子は、上記のようなポリエチレンワックスを用いて得られる粒子とは、金属粒子へのポリエチレンの結合だけでなく、ポリエチレンの分子量においても区別され得る。

【0048】以上のように、図 1 に示す本実施形態の荷電性粒子 10 では、金属粒子 1 がポリオレフィン樹脂層 2 により完全に被覆されており、ポリオレフィン樹脂層 2 が金属粒子 1 から容易に剥離しない。よって、荷電粒

子 10 は、安定して、高い絶縁性表面を有し、印刷時に荷電性粒子 10 を均一に帯電させることが可能となる。荷電性粒子 10 の絶縁性は、ポリオレフィン樹脂層 2 を形成する際に供給するオレフィンモノマーの量を調節して、金属粒子 1 の表面で重合するポリオレフィン量（重量）を増すことによって高めることができる。良好な印刷特性を得るためには、荷電性粒子 10 の絶縁性は高い方が好ましく、よって、より多量のポリオレフィンを重合させる方がよいが、ポリオレフィンの量が多過ぎると電子部品を基板に接合する際に導通が得られないという問題が起こり得る。

【0049】よって、金属粒子 1 を構成する金属材料とポリオレフィン樹脂層 2 を構成するポリオレフィン樹脂との重量割合は、基板上に荷電性粒子 10 を印刷する際に十分な印刷特性が得られ、また、電子部品を基体上に電気的および物理的に接合し得るように選択され得る。荷電性粒子 10 における金属粒子 1 の金属材料の割合は、約 80～99 重量%（荷電性粒子 10 から成る粒状材料全体を基準とする、以下同様）であるのが好ましく、より好ましくは約 90～97 重量%である。荷電性粒子 10 におけるポリオレフィン樹脂層 2 のポリオレフィン樹脂の割合は、荷電性粒子から金属材料の割合を除いた残りであるので、これら金属材料の割合に関して、ポリオレフィン樹脂の割合は約 20～1 重量%であるのが好ましく、より好ましくは約 10～3 重量%となる。

【0050】上述のように、荷電性粒子 10 が印刷された基体を熱処理に付して、金属粒子 1 の金属材料を一旦溶解させて再び凝固させることにより、金属材料を介して電子部品を基体に電気的および物理的（または機械的）に接合できるが、ポリオレフィン樹脂層 2 のポリオレフィン樹脂は一般的に金属材料の融点よりも低い温度で熔融（または軟化）するため、熱処理の際にポリオレフィン樹脂も一旦熔融し、凝固する。金属材料は、電気の良い導体であるため、電子部品を基体（より詳細には配線パターン、以下同様）に電気的に接合して導通を得ることができるが、ポリオレフィン樹脂は、電気の良い導体ではないため、電子部品と基体との間に介在すると、電子部品を基体に物理的に接合する助けとなるものの、電気的に接合する妨げとなり、このため、ポリオレフィン樹脂が多過ぎると電子部品と基体との間に導通が得られないことがあり得る。よって、電子部品を基体に電気的および物理的に接合する観点からは、金属材料の重量割合が高い方が好ましく、例えば 80 重量%以上、好ましくは 90 重量%以上である。しかし、金属材料の重量割合が高過ぎると、即ち、ポリオレフィン樹脂の重量割合が低過ぎると、金属粒子の表面を完全にポリオレフィン樹脂層で覆うことが困難となり、金属粒子がポリオレフィン樹脂層で覆われずに部分的に露出することが起こり得、印刷精度の低下を招き得る。よって、金属材料の重量割合は、金属材料から成る金属粒子をポリオレフィン

樹脂層で完全に被覆可能とし得る程度の割合をポリオレフィン樹脂のために残す必要があり、例えば 99 重量%以下、好ましくは 97 重量%以下である。この結果、上記のような金属材料の重量割合の範囲が選択される。

【0051】 以上のような重量割合を有する本実施形態の荷電性粒子 10 は、粒子表面のポリオレフィン樹脂層 2 により、十分な絶縁性を示し、電子写真法により基体上に正確に印刷されて、荷電性粒子 10 から成る接合パターンを形成することができる。本実施形態の荷電性粒子 10 の抵抗値は、一般的な粉体抵抗測定法では測定できない程度であり、十分に高い絶縁性を示すものである。荷電性粒子 10 の抵抗値は、例えば、それぞれ約 5 cm^2 の電極面積を有し、互いに接続された状態で上下に配置された 1 対の電極間に本実施形態の荷電性粒子 10 を約 0.5 cm 厚さの層状にして挟み、上側の電極から約 1 kg の荷重をかけた状態で、電極間に 1~500 V の電圧を印加し、これら電極間に流れる電流を電流計により測定し、得られた電流値を換算することにより求められ得る。しかし、本実施形態の荷電性粒子では、電流計の測定限界である 1 pA よりも電流値が小さく、電流値を測定できない。このことから、本実施形態の荷電性粒子 10 が十分な絶縁性を示すことが理解されよう。

【0052】 このように、印刷時に荷電性粒子が十分な絶縁性を示すためにある程度の量のポリオレフィン樹脂が必要であるが、印刷後、電子部品を基体に十分に電気的および物理的に接合することを考慮すれば、1つのランドに対してより多くの量の金属材料を供給することが好ましく、荷電性粒子に占める金属材料の重量割合がある値、例えば上記のような範囲内の値に維持される場合、荷電性粒子 10 が配置される基体のランド上に位置する仮想的な空間に存在する荷電性粒子 10 の重量割合、即ち嵩密度が高い程好ましい。また、一般的に嵩密度は粒子の流動性と関わりがあり、荷電性粒子 10 を印刷する際に高い印刷安定性を得るためには荷電性粒子 10 (より詳細にはキャリアと混合された状態の荷電性粒子 10) が高い流動性を有することが好ましく、このためには嵩密度はある程度高い方が好ましい。これらを考慮すれば、嵩密度は、荷電性粒子 10 の粒径等にもよるが、例えば $1.0 \sim 4.5 \text{ g/cm}^3$ とされ得る。

【0053】 また、金属粒子 1 の粒径とポリオレフィン樹脂層 2 の厚さとの関係 (即ち、金属粒子 1 の粒径と荷電性粒子 10 の粒径との関係) は、上記のような、金属粒子 1 を構成する金属材料とポリオレフィン樹脂層 2 を構成するポリオレフィン樹脂との重量割合の関係により間接的に規定され得る。ポリオレフィン樹脂層 2 は、上述のように直接重合法により形成されており、ポリオレフィン樹脂層 2 の厚さは、重合により得られたポリオレフィンの立体構造等にも依存するが、平均粒径約 $0.1 \sim 2.0 \mu\text{m}$ の金属粒子 1 に対して、概略的には、金属粒子 1 の粒径の数%程度である。

【0054】 しかし、金属粒子 1 の粒径とポリオレフィン樹脂層 2 の厚さとの関係は、上記のように金属材料とポリオレフィン樹脂との重量割合の関係により必ずしも一義的に決まるものではない。例えば、上述のようにして得られた荷電性粒子を平滑化处理 (即ち、荷電性粒子の表面を滑らかにするための任意の適切な処理) に付すと、荷電性粒子の全重量および金属材料とポリオレフィン樹脂との重量割合を維持したままで、ポリオレフィン樹脂層の厚さを、直接重合法により得られたままで、何らの処理もされていない状態のものよりもある程度薄くすることができる。このとき、金属粒子の粒径は実質的に変化しない。従って、絶縁性表面を維持するのに十分な重量のポリオレフィン樹脂層を金属粒子表面に形成した後、これを平滑化处理すれば、絶縁性表面を維持するのに十分な重量のポリオレフィン樹脂から成り、より薄い厚さのポリオレフィン樹脂層で金属粒子が被覆された荷電性粒子を得ることができる。換言すれば、金属粒子の粒径を実質的に変化させることなく、ポリオレフィン樹脂層の厚さをより薄くすることにより、全体としての荷電性粒子の粒径をより小さくすることができる。この結果、金属材料とポリオレフィン樹脂との重量割合を維持したままで、より粒径の小さい荷電性粒子を得ることができる。このように平滑化处理された荷電性粒子を電子写真法により基体上に印刷すれば、基体のランド上に位置する仮想的な空間に荷電性粒子をより高い嵩密度で供給 (または印刷) することができ、よって、この空間に荷電性粒子中の金属粒子をより多くの量で供給することができる。また、荷電性粒子の表面が平滑化されているので、直接重合法により得られたままで、何らの処理もされていない状態のものに比べて荷電性粒子の流動性を向上させ、よって、より高い印刷安定性を得ることもできる。

【0055】 電子部品を基体に十分に電気的および物理的に接合するためには、1つのランドに対し、より多くの量の金属材料を供給することが好ましいため、上述のような平滑化处理を荷電性粒子 (接合材料) に施すことが好ましい。平滑化处理は、具体的には以下の (a) ~ (d) に示すような方法により実施され得る。

【0056】 (a) ボールミルを用いる処理

例えば、容量 500 ml のポリ容器に適量の荷電性粒子 (接合材料) と、荷電性粒子の約 10 倍の直径を有するセラミックボールとを入れ、このポリ容器をボールミル機にセットして数十分間回転させることにより、荷電性粒子が平滑化处理される。回転による平滑化处理後、ポリ容器内の混合物を、セラミックボールの直径よりも十分に小さい目開きの篩にかけて、混合物からセラミックボールを除去し、その残りとして平滑化处理された荷電性粒子を得ることができる。

【0057】 (b) ミキサを用いる処理

例えば、ヘンシェルミキサ (三井鉱山社製) やメカノミ

ル（岡田精工社製）などのミキサを用いて、荷電性粒子が変形しない程度の回転数で荷電性粒子を数十分間攪拌混合することにより、荷電性粒子が平滑化処理され得る。

【0058】（c）加熱処理

例えば、熱球形化機（熱球形化機、ホソカワミクロン社製）などを用いて、荷電性粒子を気流中に分散させた状態で、荷電性粒子表面のポリオレフィン樹脂（例えばポリエチレン樹脂）の融点（または軟化点）以上の温度に荷電性粒子を急加熱し、次いで急冷却することにより、荷電性粒子が凝集することなく平滑化処理され得る。

【0059】（d）衝突による処理

例えば、ジェットミル（カウンタージェットミル、ホソカワミクロン社製）やハイブリダイザー（ハイブリダイゼーション、奈良機械製作所社製）などを用いて、荷電性粒子同士を衝突させ、または荷電性粒子を回転翼と衝突させて、その衝突力により荷電性粒子を平滑化処理することができる。

【0060】上述のような直接重合法により得られた荷電性粒子をこのような平滑化処理に付す場合、濾過および乾燥工程を経て凝集体を形成している荷電性粒子を解砕することなく、そのまま平滑化処理に付すことにより、平滑化処理と同時に解砕することが可能である。尚、上述のような平滑化処理は、本発明の実施に必ずしも必要なものではないことに留意されるべきである。

【0061】以上、本実施形態の荷電性粒子（接合材料）およびその製造方法について説明したが、本発明はこれに限定されず、荷電性粒子は任意の他の成分、例えば外添剤などと混合されてもよい。また、本発明の荷電性粒子（接合材料）を電子写真法により基体上に印刷する際には、本発明の荷電性粒子（接合材料）を任意の適切なキャリアと混合して用いてもよい。

【0062】（実施形態2）

接合パターン形成方法およびそのための装置

本実施形態は、実施形態1にて説明した荷電性粒子（接合材料）を基体上に電子写真法により印刷して、荷電性粒子（接合材料）から成る接合パターンを基体上に形成する方法およびそのための装置に関する。図2は、本実施形態における接合パターン形成装置の概略模式図である。尚、本明細書に言う「接合パターン形成方法」は、接合材料の印刷（または供給もしくは配置）方法と同義である。

【0063】図2に示すように、本実施形態の接合パターン形成装置20においては、電子写真法において一般的な感光体ドラム21を用いる。この感光体ドラム21を取り囲んで、感光体ドラム21の表面を初期化するための初期化装置24と、初期化した感光体ドラム21の表面に電荷を供給して、感光体ドラム21の表面を第1電位に様に帯電させるための帯電器25と、感光体ドラム21に潜像パターン（図示せず）を形成するよう

に、第1電位に帯電した感光体ドラム21の表面の所定の領域に光照射する光照射装置26と、第2電位に帯電した荷電性粒子27を感光体ドラム21の表面に供給する荷電性粒子供給装置28とが配設されている。また、基体29の被印刷面に対して背面側には、感光体ドラム21の表面に付着した荷電性粒子27から成る接合パターンを基体29に転写する転写装置30が配置されている。感光体ドラム21、初期化装置24、帯電器25、光照射装置26、荷電性粒子供給装置28、および転写装置30は、それぞれ制御装置36に接続されており

（感光体ドラム21が接続されている様子は図示せず）、これらは全体として印刷機構を形成している。

【0064】感光体ドラム21は、後述する初期化工程、帯電工程、光照射工程、荷電性粒子供給工程および転写工程を順次実施できるように矢印31の方向に好ましくは一定速度で回転する。他方、基体29は、転写装置30と感光体ドラム21との間に矢印32で示す向きで搬送され、感光体ドラム21の表面の荷電性粒子27が基体29の上に、好ましくは一定速度で感光体ドラム21と共に並進しながら転写（印刷）され、その後、矢印33の方向に取り出される。

【0065】この接合パターン形成装置20は、実施形態1の荷電性粒子27をキャリア（図示せず）と混合して2成分現像方式で用いるものである。実施形態1の荷電性粒子（接合材料）は、電子写真法の分野で言うところの1成分現像方式、2成分現像方式または1.5成分現像方式で用いられ得るが、荷電性粒子の帯電特性や印刷特性等を考慮すれば、キャリアと共に用いる2成分現像方式または1.5成分現像方式とすることが好ましい。キャリアとしては、例えばフェライト、マグネタイトおよび鉄粉等の磁性粉などの一般的なキャリア、これらを樹脂で被覆した樹脂被覆キャリア、樹脂に磁性粉を添加したバインダー型キャリア、ならびに磁性粉表面でオレフィンを直接に重合して得られるポリオレフィン樹脂被覆キャリアなどを用いることができる。荷電性粒子27とキャリアとの混合比は適切に選択され得るが、荷電性粒子（荷電性粒子に外添剤を加えて用いる場合には外添剤を含む）に対するキャリアの混合割合は、例えば10～400重量%、好ましくは10～40重量%とされる。また、荷電性粒子に外添剤を加えて用いる場合には、荷電性粒子に対する外添剤の混合割合は約1%以下とされ得る。

【0066】次に、上記のような接合パターン形成装置20を用いて、荷電性粒子27（および場合により外添剤）から成る接合パターンを基体29の上に形成する方法について簡単に説明する。

【0067】1. 初期化工程

まず最初に、初期化装置24を用いて、感光体ドラム21に均一に光照射してその表面が実質的に帯電していない状態にする。また、該表面に残留し得る荷電性粒子を

ブラシまたはブレードなど（共に図示せず）を用いて除去する。これにより、感光体ドラム 21 が初期化される。感光体ドラム 21 の表面は、初期化工程における光照射が終了すると絶縁性（即ち電荷が通過しない状態）となる。このような初期化を行うことによって、不均一な表面状態にあり得る感光体ドラム 21 の表面を均一な状態にすると共に、該表面に付着している荷電性粒子ならびに他の異物を除去することができる。

【0068】II. 帯電工程

以上のようにして初期化された感光体ドラム 21 の表面に、帯電器 25 を用いて電荷を供給し、該表面を第 1 電位に一樣に帯電させる。第 1 電位をプラスの電位とするかマイナスの電位とするかは、用いる感光体の種類（例えばアモルファスシリコン感光体または有機感光体のいずれとするか）、転写様式等に応じて適宜選択され得る。本実施形態においては反転転写様式を用いるものとして、第 1 電位を、第 2 電位に帯電した荷電性粒子と同じ極性の電位とする。帯電器 25 は、例えば、タングステンワイヤー（図示せず）を感光体ドラム 21 の表面から離して配置し、感光体ドラム 21 の帯電化領域以外に

【0069】III. 光照射工程

次に、光照射装置（例えばレーザ光発生装置）26 を用いて、所望の荷電性粒子の接合パターンと同じポジパターンで感光体ドラム 21 に光（例えばレーザ光）を照射し、光照射領域に存在していた帯電電荷を除去する。他方、感光体ドラム 21 の非光照射領域（ネガパターン）は絶縁性のまま保持されるので、この領域では帯電電荷が残留する。これにより、基体上に形成されるべき所望の接合パターンと反転したネガパターンで、帯電電荷から成る潜像パターンを感光体ドラム 21 に形成することができる。光照射装置 26 としては、例えば、レーザ光発生装置、ならびに発光ダイオード、蛍光灯およびハロゲンランプを光源とする装置などを用いることができる。

【0070】IV. 荷電性粒子供給工程

他方、荷電性粒子供給装置 28 においては、荷電性粒子供給装置 28 の内部で荷電性粒子 27 をキャリアと共に攪拌混合して、キャリア表面から荷電性粒子 27 に電荷を移動させることによって、荷電性粒子 27 を帯電させる。このようにして第 2 電位に帯電させた荷電性粒子 27 を、第 2 電位と同じ極性の第 1 電位の帯電電荷により潜像パターン（ネガパターン）が形成された感光体ドラム 21 の表面に供給すると、感光体ドラム 21 と荷電性粒子 27 の帯電電荷同士の斥力により、潜像パターン（ネガパターン）と反転したパターン（ポジパターン）で荷電性粒子 27 が感光体ドラム 21 の表面に付着する。これにより、所望の接合パターンと同じポジパターンで、荷電性粒子 27 を感光体ドラム 21 の表面に付着

させることができる。

【0071】V. 転写工程

最後に、転写装置 30 を用いて、感光体ドラム 21 と基体 29 との間に電界を発生させ、これにより誘発された静電引力によって、感光体ドラム 21 に所望のパターンで付着させた荷電性粒子 27 を感光体ドラム 21 から基体 29 に向かって飛翔させて基体 29 に付着させることにより、接合パターンを基体 29 に転写する。これにより、接合パターンを構成する荷電性粒子 27 が感光体ドラム 21 と基体 29 とに同時に接触しない状態で、荷電性粒子 27 から成る接合パターンを基体 29 に転写させることができる。しかし、本発明はこれに限定されず、荷電性粒子 27 の基体 29 への転写は非接触式でなくともよく、接触式で実施してもよい。

【0072】更に、荷電性粒子 27 を転写する転写工程の後、感光体ドラム 21 を回転させて、初期化工程およびそれに続く一連の工程を繰り返して実施すれば、新たな基体上に荷電性粒子 29 から成る接合パターンを形成することができる。このとき、形成する荷電性粒子 29 の接合パターンは、各基体間で同一のパターンであってもよいし、あるいは基体毎に別のパターンであってもよい。

【0073】一般的に、配線パターンと電子部品とを電気的および物理的に接合するための接合材料として用いられる荷電性粒子から成る接合パターンは、良好な電気伝導性および十分な接合強度を達成することが望ましい。従って、荷電性粒子の接合パターンは、ある程度の厚さ、例えば 30～100 μm の厚さを有することが望ましい。荷電性粒子の接合パターンにある程度の厚さを付与するためには、上述のように転写を非接触式とすることが好ましい。また例えば、複数の印刷機構に基体を通すか、1つの印刷機構に基体を複数回通して、1つの基体上に同じ接合パターンを重ねて印刷することにより、より厚い接合パターンを形成することもできる。

【0074】本実施形態の接合パターン形成方法および装置においては、基体上に印刷される接合パターンは、上記の光照射工程により感光体ドラムに形成される潜像パターンにより決定され、よって、感光体ドラムのどの領域を光照射するかによって決定される。よって、光照射する領域を制御することは、基体上に形成される接合パターンの形状を制御することになる。

【0075】光照射する領域は、例えば、予め設計データが格納されたデータベースから設計データを読み出し、読み出された設計データに基づいて決定される。これにより、該設計データに基づいて決定されるパターンに従って、荷電性粒子（接合材料）が基体上に電子写真法により印刷されることとなる。換言すれば、電子写真法により形成される接合パターンが、読み取られた設計データに基づいて決定（または形成）される。データベースは、印刷機構の制御装置に接続されて接合パター

ン形成装置に備えられる。尚、「設計データ」とは、本明細書において、基体上に配置されるべき接合パターンの二次元的な設計情報（または荷電性粒子（接合材料）の供給されるべき基体上の位置に関する設計情報）をデータ化したものを言うものとする。

【0076】また、例えば、光照射する領域は、基体から位置データを読み取り、読み取られた位置データに基づいて決定され、よって、該位置データに基づいて決定されるパターンに従って、荷電性粒子（接合材料）が基体上に電子写真法により印刷されることになる。換言すれば、電子写真法により形成される接合パターンが、読み取られた位置データに基づいて決定（または形成）される。尚、「位置データ」とは、本明細書において、接合パターンを形成すべき位置（または荷電性粒子（接合材料）の供給されるべき基体上の位置）に関する情報を提供し得るものに基づいて得られるデータを言うものとする。接合パターン形成位置についての情報を提供するものは、基体上に備えられ得、例えば、基体上に形成されたランド、配線パターン、認識マーク、着色マーク（例えばシルクなど）、バーコード、二次元コードなどである。位置データは、このようなものを認識してそこから位置情報を位置データとして読み取る（例えば位置情報を電氣的に取り出して、該情報をコンピュータなどにより演算処理する）ことにより得られる。

【0077】位置データの読み取りは、任意の適切な読取手段を用いることができるが、例えば、カメラ、センサー、ラインセンサー、スキャナー、ラインスキャナーなどを用い得る。このような読取手段は、基体が感光体ドラム 21 と転写装置 30 との間を通る前に、基体から位置データを読み取ることができるように、印刷機構の制御装置 36 に接続された状態で接合パターン形成装置 20 に備えられ得る。より詳細には、読取手段（図示せず）により読み取った位置データに基づいて感光体ドラム 21 に光照射するように、光照射装置 26 が制御装置 36 により制御され、光照射により感光体ドラム 21 に形成された潜像パターンに対応する荷電性粒子 27 から成る接合パターンが該基体 29 の上に正確に印刷されるように、基体 29 の搬送速度、感光体ドラム 21 の回転速度、読取手段により位置データを読み取ってから、読み取った位置データに基づいて光照射手段 26 が光照射するまでに要する時間等が適切に調節されて、接合パターン形成装置 20 が構成され得る。

【0078】例えば、基体上に形成されたランドをカメラを用いて光学的に認識し、認識したランドの位置についてのデータを位置データとして用いて、該ランド上に荷電性粒子の接合パターンを形成するようにする。ここで、ランドの認識は、カメラによって得た画像を信号化し、該画像中の濃淡（またはコントラスト）あるいは色信号などを、予め設定したランドおよび／または基体本体についてのデータと比較することにより行うことがで

きる。

【0079】あるいは、上記のカメラに代えて、センサーを用いて配線パターンのランドを認識することもできる。一般的に、ランドの露出面の高さは、基体の上面よりも配線パターンの厚さ分だけ高く、配線パターンのランドを除く部分の面よりも、該部分を覆うレジストの厚さ分だけ低い。従って、基体の上面に平行な基準面からの高さを計測し得るセンサーを用いることにより、基体の上面に対し所定の高さで露出している配線パターンのランドの部分の部分を認識することができる。

【0080】また、金属を検知し得るセンサーを用いることにより、絶縁性材料から成る基体上に形成された金属製のランドを認識することができる。一般的に、ランドを含む配線パターンは同じ材料から成るが、配線パターンのランドを除く部分は、ランドとは異なってレジストで覆われているため、レジストに覆われずに露出して配置されているランドよりも金属反応が劣り、よって、配線パターンのランドの部分のみを認識することができる。

【0081】位置データを読み取るために、カメラおよびセンサーを用いる方法を上述したが、ラインセンサー、ラインスキャナーなどを用いて、基体上を走査させながら位置データを読み取ってもよい。また、ランド以外の位置データの読み取りについても、任意の適切な方法および読取手段を用いることができる。

【0082】上記のような位置データの読み取りを行う場合、読み取った位置データにより光照射領域が制御されて光照射工程が実施されることにより、リアルタイム制御で接合パターンを形成することができる。

【0083】これに加えて、上記の設計データと位置データとを組み合わせることもできる。具体的には、基体から位置データを読み取り、読み取られた位置データに対応して、予め設計データが格納されたデータベースから設計データを読み出し、読み出された設計データに基づいて感光体ドラムに光照射するようにしてもよい。例えば、位置データとしてバーコードなどから品種のデータを得、予め複数の設計データが格納されたデータベースからこの品種に対応する設計データを読み出し、読み出された設計データに基づいて感光体ドラムが光照射され得る。この場合、基体から読み取られた位置データに基づいて設計データを読み出し、読み出された設計データに基づいて決定されるパターンに従って、荷電性粒子（接合材料）が基体上に電子写真法により印刷されるが、該パターンは、位置データおよび設計データの双方に基づいて決定されるものであると理解され得る。

【0084】また、本実施形態においては、実施形態 1 の荷電性粒子（接合材料）を 2 成分現像方式で基体上に印刷して、荷電性粒子（接合材料）から成る接合パターンを形成するものとしたが、本発明はこれに限定され

ず、1成分現像方式または1.5成分現像方式などにより、荷電性粒子（接合材料）を基体上に印刷するようにしてもよい。また、本実施形態では、潜像パターンをネガパターンとした反転転写の場合について説明したが、潜像パターンをポジパターンとする正転写を適用することも可能である。

【0085】また、本発明の荷電性粒子（接合材料）は、本実施形態の接合パターン形成方法および接合パターン形成装置に限らず、電子写真法を利用する他の適切な方法および装置によっても印刷され得る。例えば、電子写真法を利用した一般的なプリンタ等を用いてもよい。

【0086】（実施形態3）

電子回路基板およびその製造方法

本実施形態は、実施形態1にて説明した荷電性粒子（接合材料）を用いて電子部品が基板に接合された電子回路基板およびその製造方法に関する。本実施形態の電子回路基板の製造方法は、実施形態2の接合パターン形成方法を含む。本実施形態においては、電子部品が接合される基体として、配線パターンが形成された回路用基板（または配線板、配線基板もしくはプリント基板）を用いる。

【0087】まず、実施形態1の荷電性粒子（接合材料）を、実施形態2にて説明した接合パターン形成方法および接合パターン形成装置により、基体である回路用基板上に電子写真法により印刷し、荷電性粒子（接合材料）から成る接合パターンを回路用基板上に形成する。より詳細には、荷電性粒子（接合材料）が、回路用基板上に形成された配線パターンの所定の箇所、例えばランド（またはランドパターン）上に印刷により配置されて、荷電性粒子（接合材料）から成る接合パターンが形成される。

【0088】次いで、回路用基板の配線パターンの所定の箇所（例えばランド）上に配置された荷電性粒子（接合材料）が、電子部品の所定の箇所（例えばリード）と少なくとも部分的に接触するようにして、電子部品を回路用基板に配置する。これにより得られた回路用基板を熱処理に付して、荷電性粒子に含まれる金属粒子の金属材料の融点以上の温度、例えば約180～230℃の温度にて加熱する。このような熱処理には、例えば、一般的なリフロー装置を用い得る。

【0089】ポリオレフィン樹脂は、一般的に金属材料の融点よりも低い温度で熔融（または軟化）するため、回路用基板を加熱すると、まず、荷電性粒子の表面にあるポリオレフィン樹脂層のポリオレフィン樹脂が熔融（または軟化）する。例えば、ポリエチレン樹脂の融点は、約126℃である。次いで、金属粒子の金属材料がその融点以上に加熱されて熔融する。このとき、熔融状態のポリオレフィン樹脂と金属材料とは相分離し、1箇所（例えば1つのランド）に配置された複数個の荷電性

粒子分のポリオレフィン樹脂および金属材料がそれぞれ互いに分離するようにして集まって、ポリオレフィン樹脂の相と金属材料の相を形成すると考えられる。ポリオレフィン樹脂および金属材料の比重を考慮すれば、ポリオレフィン樹脂の相が上方に、金属材料の相が下方に位置すると考えられる。熱処理後、回路用基板が冷却（または放冷）されると、熔融状態のポリオレフィン樹脂および金属材料がそのままの状態で凝固する。金属材料が集まって凝固することにより、回路用基板に形成された配線パターンの所定の箇所（例えばランド）と電子部品の所定の箇所（例えばリード）とが金属材料で電気的および物理的に接合される。他方、ポリオレフィン樹脂は、金属材料の表面をコートするようにして凝固すると考えられ、凝固したポリオレフィン樹脂は、電子部品を回路用基板に物理的に接合する助けとなり得る。

【0090】以上のように、荷電性粒子（接合材料）を印刷して荷電性粒子（接合材料）から成る接合パターンを形成した回路用基板に、電子部品を適切に配置し、この回路用基板を単に熱処理に付すだけで、電子部品が回路用基板に電気的および物理的に接合された電子回路基板を作製することができる。尚、電子部品が回路用基板に荷電性粒子（接合材料）によって電気的および物理的に接合されればよく、上記のようなポリオレフィン樹脂および金属材料の熔融状態および凝固状態についての説明は、本発明を限定するものではないことに留意されるべきである。

【0091】また、本実施形態においては基体として回路用基板を用いたが、本発明において荷電性粒子（接合材料）が印刷される「基体」とは、配線パターンが形成され、該配線パターンと電子部品とを接合するための接合材料がその上に配置されるべきものを言うものと理解されるべきである。従って、「基体」は、回路用基板のようなシート形状のものを含むが、これに限定されるものではなく、配線パターンが形成され、該配線パターンの所定の箇所に電子部品を接合することを要するものであれば、いずれの形態（例えば筐体など）であってもよい。例えば、紙フェノール系材料、ガラスエポキシ系材料、ポリイミドフィルム系材料、セラミック系材料、および金属系材料などから成る基体に配線パターンが形成された回路用基板（または配線板、配線基板もしくはプリント基板）および多層積層基板（例えばビルドアップ基板）などを本発明に用いることができる。

【0092】上記のような基体に形成される配線パターン（ランドを含む）は、例えば銅、金、アルミニウム、およびはんだなどの材料から成っていてよい。配線パターンは、任意の適切な幅、例えば約100μmの幅を有し得る。

【0093】接合材料（荷電性粒子）を用いて配線パターン（例えばランド）と接合される電子部品は、特に限定されないが、例えば半導体部品（例えば、いわゆるQ

10

20

30

40

50

FP (クアッド・フラット・パッケージ) 部品、CSP (チップ・スケール・パッケージ) 部品、およびSOP (シングル・アウトサイド・パッケージ) 部品など)、チップ部品 (例えば、抵抗、コンデンサ、トランジスタ、インダクタなど)、ならびにコネクタなどであり得る。

【0094】

【実施例】以下に示すように、本発明の実施例1～6ならびに比較例1および2において種々の荷電性粒子 (粒状材料) を製造し、この荷電性粒子を用いて接合材料を得、接合材料から成る接合パターンを基体上に形成して各接合材料の印刷特性について評価した。

【0095】 (実施例1) 本実施例においては、予め、オレフィン重合反応のための触媒成分 (上述の高活性触媒成分) としてチタン含有触媒成分を調製し、得られた触媒成分の活性を評価した。そして、得られた触媒成分を用いて荷電性粒子を製造した。以下、本実施例における荷電性粒子の製造方法について詳細に説明するものとする。

【0096】 (1) チタン含有触媒成分の調製

まず最初に、Mgの高級脂肪酸塩としてステアリン酸マグネシウムを用い、Ti化合物として四塩化チタンを用いて高活性触媒成分であるチタン含有触媒成分を以下のようにして準備した。

【0097】 アルゴン置換した内容積500mlのフラスコに、室温 (例えば約20～25℃) にて脱水n-ヘプタン 約200mlおよび予め約120℃で減圧 (約2mmHg) 脱水したステアリン酸マグネシウム 約15g (25ミリモル) を入れてスラリー化した。このスラリーを攪拌しながら四塩化チタン 約0.44g

(2.3ミリモル) を滴下により供給した後、還流冷却器をフラスコに取り付け、スラリーを加熱して昇温を開始した。このとき、フラスコ内の雰囲気は還流冷却器を介して大気開放されていたので、フラスコ内の圧力は実質的に大気圧と等しい圧力であった。この状態でスラリーを加熱したまま、還流下にて (よって、n-ヘプタンの沸点温度にて) 約1時間維持し、ステアリン酸マグネシウムと四塩化チタンとを反応させた。これにより、粘性を有する透明なチタン含有触媒成分 (高活性触媒成分) の溶液を得た。

【0098】 (2) チタン含有触媒成分の活性評価

上記のようにして得られたチタン含有触媒成分そのものの活性を評価するために、金属粒子が存在しない状態でのチタン含有触媒成分の重合活性値を以下のようにして求めた。また、このチタン含有触媒成分を用いて得られたポリマーのMFR値の測定も行った。

【0099】 アルゴン置換した内容積 1リットルのオートクレーブに、炭化水素溶媒として脱水ヘキサン 約400mlと、有機アルミニウム化合物としてトリエチルアルミニウム 約0.8ミリモルおよびジエチルアル

ミニウムクロリド 約0.8ミリモルとを投入すると共に、上記 (1) で得られたチタン含有触媒成分を含む溶液をチタン原子に換算して約0.004ミリモルとなる量で投入し、これら混合物を約90℃に昇温した。このとき系内圧は約1.5kgf/cm²G (約0.15MPaG) であった (「G」はゲージ圧の意であり、以下も同様とする)。次いで、ポリマーの分子量を制御するために所定の水素分圧が得られる量の水素を系内に予め供給した。そして、系内圧が約5.5kgf/cm²G (約0.55MPaG) に保たれるようにエチレンを連続的に供給しながら約1時間維持することによりオレフィンの重合を進行させた。これにより、約70gのポリマー (本実施例ではポリエチレン) を得た。重合活性 (即ち、本実施例では、チタン単位グラムあたりおよび単位時間あたりで得られるポリマーの重量) は、365kg/(g-Ti)・hrであった。この重合活性の値から、ポリオレフィン樹脂層を金属粒子表面に直接重合させるための高活性触媒成分として好適に用い得ることが確認された。また、得られたポリマーのMFR (190℃、荷重2.16kgにおける熔融流れ性; JISK 7210) は40であった。尚、上記のようにして得られた重合活性の値に基づいて、以下に説明するポリオレフィン樹脂層を形成する際の反応時間等を適切に選択することができることは当業者であれば容易に理解できよう。

【0100】 (3) ポリオレフィン樹脂層の形成

アルゴン置換した内容積2リットルのオートクレーブに、金属粒子として、Sn-37Pb組成 (即ち、37重量%のPbおよび残部のSnから成る組成) を有するはんだ材料から成り、平均粒径10μm (公称、以下同様) の金属粉末OH63 DS10 (三井金属鉱業社製) 約250gを入れ、オートクレーブ内の雰囲気を約80℃まで昇温し、約10mmHgG (約1.3kPaG) にて約1時間維持することにより金属粒子の減圧乾燥を行った。その後、オートクレーブ内の雰囲気約40℃まで降温して、炭化水素溶媒として脱水ヘキサン 約800mlを上記のオートクレーブに入れて攪拌し、金属粉末を脱水ヘキサン中に懸濁させた。次いで、この懸濁液に有機アルミニウム化合物としてジエチルアルミニウムクロリド 約2.5ミリモルを添加すると共に、上記 (1) で得られたチタン含有触媒成分を含む溶液をチタン原子に換算して約0.025ミリモルとなる量で添加し、約30分間攪拌した。これにより、チタン含有触媒成分が金属粉末に担持され、また金属粉末と有機アルミニウム化合物とが反応した。その後、この懸濁液を約90℃まで昇温し、ポリマーの分子量を制御するために所定の水素分圧が得られる量の水素を系内に予め供給した。そして、系内圧 (即ち、オートクレーブ内の圧力) を約4.3kgf/cm²G (約0.43MPaG) に保つようにエチレンを懸濁液中に連続的に供給し

ながら約10分間維持して(系内にエチレンが約13.2g導入された時点でエチレンの導入を停止して)オレフィン重合を進行させた。そして、オートクレーブ内の反応混合物を濾過して濾液を除き、乾燥させて、全量263.2g(乾燥重量)の粒状物を得た。この粒状物を目開き53 μ mの振動篩にかけて荷電性粒子(粒状材料)aを得た。

【0101】得られた荷電性粒子aは乾燥後、均一に灰色を呈しており、また、電子顕微鏡観察により、図1を参照して上述したように金属粒子が薄いポリエチレン樹脂層で被覆されて形成されていることが確認された。また、荷電性粒子aをTGA(熱天秤)により重量測定し、その後、荷電性粒子aを加熱して樹脂を蒸発除去して再び重量測定し、加熱後の重量をはんだ材料の重量とみなし、加熱前後での重量減少分をポリエチレン樹脂の重量とみなすことにより、得られた荷電性粒子aにおけるはんだ材料とポリエチレン樹脂との組成比(重量比)は、約95:5であることが確認された。

【0102】(実施例2)本実施例においては、金属粒子として、Sn-3.5Ag組成(即ち、3.5重量%のAgおよび残部のSnから成る組成)を有する鉛フリーはんだ材料から成り、平均粒径10 μ mの金属粉末OH96.5A D S 10(三井金属鉱業社製)を用いたこと以外は、実施例1にて説明したポリオレフィン樹脂層の形成と同様にして、荷電性粒子bを得た。

【0103】(実施例3)本実施例においては、実施例1により得られた荷電性粒子aを、ジェット粉砕機(ホソカワミクロン社製のカウンタージェットミル)を用いて粉砕することにより平滑化処理して、荷電性粒子cを得た。

【0104】(実施例4)本実施例においては、実施例1により得られた荷電性粒子aを、熱球形化機(ホソカワミクロン社製の熱球形化機)を用いて約200℃に加熱した後、急冷することにより平滑化処理して、荷電性粒子dを得た。

【0105】(実施例5)本実施例においては、実施例1により得られた荷電性粒子a 50gを、粒径約100 μ mのセラミックボールと共に容量500cm³のポリ容器に入れ、これを約20分間回転させた後、目開き35 μ mの振動篩にかけて平滑化処理し、その後セラミックボールを除去することにより、荷電性粒子eを得た。

【0106】(実施例6)本実施例においては、実施例1により得られた荷電性粒子aを、ハイブリダイザー(奈良機械工業社製のハイブリダイゼーションシステム)を用いて約12000rpmで10分間処理することにより平滑化処理して、荷電性粒子fを得た。

【0107】(比較例1)本比較例においては、金属粒子として、実施例1と同様の組成を有するはんだ材料から成るが、平均粒径は22 μ mの金属粉末(三井金属鉱

業社製)を用いたこと以外は、実施例1にて説明したポリオレフィン樹脂層の形成と同様にして、荷電性粒子gを得た。

【0108】(比較例2)本比較例においては、金属粒子として、銅から成り、平均粒径が0.09 μ mの金属粉末(三井金属鉱業社製)を用いたこと以外は、実施例1にて説明したポリオレフィン樹脂層の形成と同様にして、荷電性粒子hを得た。荷電性粒子hを得る際、オレフィン重合により粒子同士が繋がった粒子の重合接続体が発生し、実施例1と同様に目開き53 μ mの振動篩にかけることによりこのような重合接続体が除去された。この結果、荷電性粒子hは、実施例1により得られた荷電性粒子aに比べて若干量しか得られなかった。

【0109】(評価)上記の実施例1~6ならびに比較例1および2により得られた荷電性粒子a~hのそれぞれに外添剤を添加して、電子写真法に言うところのトナーに相当する接合材料A~Hを調製した。このうち、接合材料A~Fは本発明の実施例であり、接合材料GおよびHは比較例である。更に、これら接合材料A~Hをキャリアと各々混合することにより、電子写真法に言うところの現像剤に相当する材料(以下、単に現像剤と言うものとする)を調製した。ここで、外添剤には、粒径約0.010~0.040 μ mのシリカから成る粒子を用い、キャリアには、粒径約30~100 μ mのフェライトから成る粒子が、厚さ約0.05~2 μ mのアクリル樹脂から成る樹脂層で覆われた樹脂被覆キャリアを用いた。外添剤は、荷電性粒子:外添剤の混合比が約100:0.7(重量比)となるようにして荷電性粒子と混合した。また、キャリアは、接合材料:キャリアの混合比が約20:100となるように接合材料(荷電性粒子および外添剤)と混合した。

【0110】上記のようにして、接合材料A~Hのそれぞれについて得られた現像剤を、市販のプリンタ(FS600、京セラ社製)に、通常の現像剤に代えて供給し、紙、PETフィルム、銅箔、ポリイミドなどの種々の基体上に印刷した。本発明の実施例の接合材料A~Fおよび比較例の接合材料Hを用いた現像剤では、これら基体上に接合材料から成る接合パターンを形成することができた。しかし、比較例の接合材料Gを用いた現像剤では、接合パターンを形成することができなかった。また、接合パターンを形成することができた接合材料A~FおよびHのうち、比較例の接合材料Hは、本発明の実施例の接合材料A~Fに比べて印刷精度が低かった。これは、接合材料Hに用いた荷電性粒子hが重合接続体を含むために、他の接合材料A~Fに比べて流動性が低く、荷電性粒子hとキャリアとの混合が不均一となって荷電性粒子hが均一に帯電されないことによるものであると考えられる。

【0111】更に、接合材料の印刷特性として、基体として紙を用いて接合材料を印刷した場合において、背景

かぶり（または非印刷領域の反射濃度）、印刷領域の反射濃度、定着安定性およびファインパターンの印刷性能について評価した。

【0112】背景かぶりとは、本来は接合材料が印刷されるべきでない非印刷領域に接合材料（荷電性粒子）が飛散して、非印刷領域に付着した接合材料の色により薄く着色したような状態を言い、これは、基体の被印刷面における非印刷領域の反射濃度に基づいて評価することができる。よって、基体の被印刷面における非印刷領域の反射濃度を反射濃度計（マクベス社製のMacbet*10

*h RD-917)で測定した。また、基体の被印刷面における接合材料が印刷されるべき印刷領域の反射濃度を調べるために、印刷領域についても同様にして反射濃度を測定した。結果を表1に示す。尚、基準として、印刷前の基体の被印刷面の反射濃度を同様に測定したところ0.08であり、また、黒色標準板の反射濃度を測定したところ1.61（最高値）であった。

【0113】

【表1】

| 接合材料 | | 反射濃度の測定結果（一） | | 5段階評価 |
|------|---|--------------|-------------|-------------|
| No. | | 印刷領域 | 非印刷領域 | 定着安定性 |
| 実施例 | A | 0. 7 8 | 0. 0 8 | 5 |
| | B | 0. 8 5 | 0. 0 8 | 5 |
| | C | 0. 9 1 | 0. 0 8 | 5 |
| | D | 0. 8 9 | 0. 0 8 | 5 |
| | E | 0. 8 9 | 0. 0 9 | 5 |
| | F | 0. 9 2 | 0. 0 8 | 5 |
| 比較例 | G | — (印刷不能) | — (印刷不能) | — (印刷不能) |
| | H | 0. 4 8 | 0. 1 8 | 2 |

【0114】背景かぶりについては、印刷前の基体の被印刷面の反射濃度が0.08であったことから、非印刷領域の反射濃度の測定結果がこの値と実質的に同じである接合材料A～Fを用いた場合には、背景かぶりが認識されなかった。これに対し、非印刷領域の反射濃度の測定結果が0.18である接合材料Hを用いた場合には、明らかに背景かぶりが認識された。

【0115】また、印刷領域の反射濃度については、接合材料A～Fを用いた場合の方が、接合材料Hを用いた場合よりも高い測定値を示している。実施例1にて述べたように、表面がポリエチレン樹脂から成る荷電性粒子aは灰色を呈する。黒色の反射濃度の測定値は1.61であったが、灰色の荷電性粒子を用いる場合、色の差を考慮すれば、0.6以上の反射濃度が得られれば十分な印刷濃度が得られたものと評価できる。接合材料A～Fを用いた場合、印刷濃度は十分に高いと評価され得る。

【0116】定着安定性については、接合材料を基体に印刷し、その後、この基体を電気炉などで、例えば約150℃に加熱することにより定着させた後、接合材料から成る印刷部分を手で擦ってその剥がれ度合いを5段階で評価した。評価基準として、印刷部分が全く剥がれない場合を「5」、印刷部分を横断しない程度で一部剥がれた場合を「4」、印刷部分を横断して一部剥がれた場

合を「3」、印刷部分が完全には剥がれていないが、その半分程度以上が剥がれた場合を「2」、印刷部分が完全に剥がれてしまった場合を「1」とした。結果を表1に併記して示す。

【0117】表1に示すように、接合材料A～Fを用いた場合には、優れた定着安定性を示し、手で擦っても印刷部分は剥がれなかった。これに対し、接合材料Hを用いた場合には、印刷部分が、その全面積の半分程度剥がれた。

【0118】更に、ファインパターンの印刷能について、約0.2mm角および約0.15mm角の正方形領域ならびに直径約0.25mmおよび約0.15mmの円形領域に、本発明の実施例の接合材料A、BおよびFを上述と同様にして電子写真法により基体上に印刷した。また、比較のために、従来の一般的なクリームはんだ（直径約10～40μmのはんだ粉末と、ロジン、活性剤および溶剤から成るフラックスとが混合されて構成される）を接合材料として用いて、厚みが約0.1mmのスクリーン版を用いて、印厚を約0.35MPaとして、スクリーン印刷法により基体上に印刷した。

【0119】

【表2】

| | | | 正方形 (一辺/mm) | | 円形 (直径/mm) | |
|-----------|---------|-------------|----------------|------|---------------|------|
| | | | 0.2 | 0.15 | 0.25 | 0.15 |
| 印刷法 | 接合材料 | | | | | |
| 電子 写真 | 実施 例 | A | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | B | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | F | ○ | ○ | ○ | ○ |
| スクリー ン | 比較 例 | クリーム はんだ | ○ | × | ○ | × |

注) ○ : にじみ、だれ無し (印刷良好)

× : にじみ、だれ発生 (印刷不適切)

【0120】表2に示すように、本発明の実施例の接合材料A、BおよびFを用いて電子写真法により印刷する場合には、上記のような微小な正方形領域および円形領域にも、「にじみ」も「だれ」も無く良好に印刷することができた。他方、従来の一一般的なクリームはんだを用いてスクリーン印刷法により印刷する場合、0.15mm角の正方形領域および直径0.15mmの円形領域については、「にじみ」や「だれ」が発生し、印刷として

は不適切であった。
【0121】尚、「にじみ」とは、接合材料が過多に供給されて、本来印刷されるべき印刷領域からはみ出て印刷された状態を言い、「だれ」とは、接合材料を印刷した後、接合材料により電子部品を基体に接合するために加熱する時までの間に、印刷された接合材料の形状が変化する現象を言う。

【0122】また、基体上に形成された配線パターンのランド上に接合材料A～Fを上述のようにして電子写真法により印刷した後、電子部品を適切に配置して、熱処理に付したところ、電子部品を基体上に電気的および物理的に接合することが可能であることが確認された。

【0123】

【発明の効果】本発明によれば、電子部品の実装において、基体に形成された配線パターンと電子部品とを接合するために好適に用いられる新規な接合材料として用いられる荷電性粒子およびその製造方法が提供される。本発明の荷電性粒子（接合材料）は、スクリーン印刷法を用いることなく、電子写真法により基体上に所望のパターンで供給（または印刷）することができ、荷電性粒子を用いた接合材料から成る接合パターンを基体上に形成することができる。本発明の荷電性粒子は、金属粒子が

ポリオレフィン樹脂層により被覆されているため、荷電性粒子表面に露出しない。これにより、荷電性粒子を一樣に帯電させることができるので、荷電性粒子を、よって接合材料を、微細なパターンで正確に基体上に供給することが可能となる。

【0124】また、本発明によれば、上記のような荷電性粒子（接合材料）を用いる接合パターン形成方法およびそのための装置、ならびに、該接合材料により電子部品が基板に接合された電子回路基板およびその製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

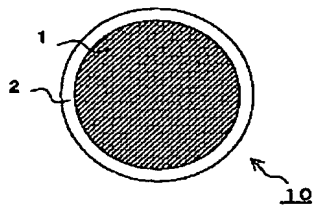
【図1】 本発明の1つの実施形態における荷電性粒子の概略断面図である。

【図2】 本発明の1つの実施形態における接合パターン形成装置の概略模式図である。

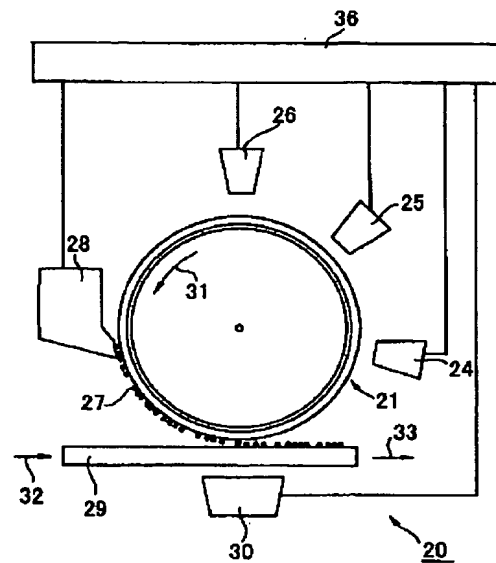
【符号の説明】

- 1 金属粒子
- 2 ポリオレフィン樹脂層
- 10 荷電性粒子
- 20 接合パターン形成装置
- 21 感光体ドラム
- 24 初期化装置
- 25 帯電器
- 26 光照射装置
- 28 荷電性粒子供給装置
- 29 基体
- 30 転写装置
- 31、32、33 矢印
- 36 制御装置

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72) 発明者 松崎 滋夫
千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 出光興産株
式会社内

Fターム(参考) 2H005 AA08 AA12 AA13 AA29 CA13
CB06 EA05
2H078 FF60
4J026 AC00 BA02 BB01 DB02 DB09
DB17 FA03 GA08 GA09 GA10
5E319 BB01 BB11 CD25

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.